

УДК 621.923

Агу Коллинз Агу, д-р философии в технике, Абуджа, Нигерия,
М.Д. Узунян, д-р техн. наук, Харьков, Украина

ИССЛЕДОВАНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ АЛМАЗНО-ИСКРОВОМ ШЛИФОВАНИИ ТВЁРДЫХ СПЛАВОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ МИНИМАЛЬНОЙ СМАЗКИ

Представлені результати дослідження шорсткості поверхні при обробці твердих сплавів методом алмазно-іскрового шліфування з застосуванням техніки мінімального змащування. Показано, що застосування твердого мастильного матеріалу призводить до зниження шорсткості обробленої поверхні.

Ключові слова: шорсткість поверхні, алмазно-іскрове шліфування

Представлены результаты исследования шероховатости поверхности при обработке твёрдых сплавов методом алмазно-искрового шлифования с применением техники минимальной смазки. Показано, что применение твёрдого смазочного материала приводит к снижению шероховатости обработанной поверхности.

Ключевые слова: шероховатость поверхности, алмазно-искровое шлифование

The results of a study of surface roughness in the treatment of hard alloys by diamond-spark grinding with the use of a minimum lubrication technique are presented. It is shown that the use of a solid lubricant leads to a decrease in the roughness of the treated surface.

Keywords: surface roughness, diamond-spark grinding

В последнее время находит применение технология минимальной смазки, которую считают альтернативой использования смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС) поливом; при этом названная технология с различной эффективностью используется при точении, фрезеровании, сверлении и др. [1].

Следует отметить что возможность использования технологии минимальной смазки с применением твёрдого смазочного материала (ТСМ) в процессе шлифования ранее не рассматривалась и считалась неэффективной.

Вместе с тем было показано, что применение технологии минимальной смазки для комбинированной обработки твёрдых сплавов алмазными кругами на токопроводящей металлической связке за счёт использования специального смазывающего материала представляется целесообразным; при этом оптимальный состав ТСМ представляет смесь стеарина и себациновой кислоты в соотношении 1:1 [2, 3].

Поскольку одним из важных критериев качества обработки при шлифовании является шероховатость поверхности, ниже приведены результаты её исследования. Для оценки шероховатости использовался современный прибор – профилограф-профилометр SURTRONIC 3+ фирмы TAYLOR-HOBSON.

Исследования проводились при обработке твёрдосплавных пластин Т15К6 формы 0227 после алмазно-искрового шлифования в обычном режиме с использованием СОТС поливом и с применением технологии минимальной смазки при помощи твёрдого смазочного материала упомянутого ранее состава.

Исследовалось влияние режимов резания – нормального давления P_n , скорости шлифования V и характеристик алмазного круга – зернистости Z и концентрации κ .

Оптимальные электрические параметры процесса, установленные по наименьшей удельной себестоимости шлифования составляли: среднее значение величины электрического тока $I_{cp} = 5$ А при напряжении $U_{cp} = 40$ В, частота следования импульсов составила $f = 66$ кГц при скважности $n_{скв} = 2$. Ниже представлены результаты исследований и их обсуждение. На рис. 1 показано влияние нормального давления на параметр шероховатости Ra .

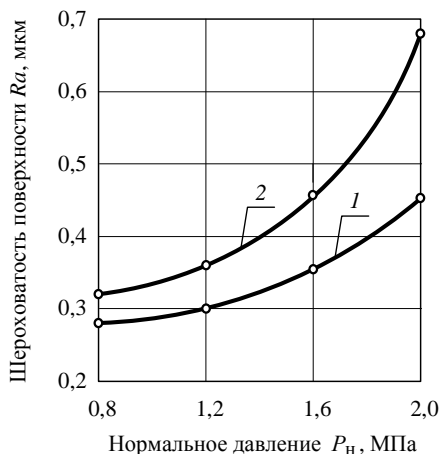


Рисунок 1 – Влияние нормального давления на шероховатость поверхности:

1 – ТСМ; 2 – СОТС поливом

Условия шлифования: $V = 25$ м/с; круг 12A2-45°AC6-100/80 M1-01-4

Шероховатость поверхности как при шлифовании с СОТС поливом, так и с применением твёрдого смазочного материала увеличивается во всем диапазоне изменения нормального давления от 0,8 до 2,0 МПа.

Повышение нормального давления приводит к значительному росту сечения среза каждым алмазным зерном, как по ширине, так и по толщине

его, что и вызывает формирование микронеровностей с более высокими значениями параметра Ra . Как видно из приведенных результатов, шероховатость поверхности при шлифовании с ТСМ меньше, чем при шлифовании с СОТС поливом.

Влияние скорости резания на шероховатость показано на рис. 2. Как следует из приведенных результатов, с увеличением скорости шлифования шероховатость существенно снижается, особенно в диапазоне от 15 до 30 м/с. Это можно объяснить как качественным фактором – число встреч алмазных зёрен с обрабатываемой поверхностью в единицу времени увеличивается, следовательно, уменьшается сечение среза, главным образом – его толщина, что и способствует снижению высоты микронеровностей. Кроме того, рост скорости шлифования (число соударений с обрабатываемой поверхностью) вызывает микровыкрашивание поверхности собственно алмазных зёрен с образованием развитого микрорельефа, что также способствует повышению качества обработки.

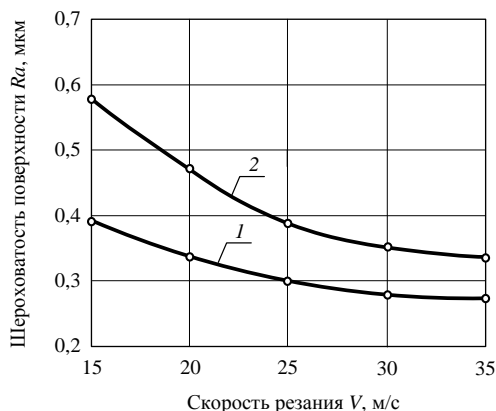


Рисунок 2 – Влияние скорости резания на шероховатость поверхности:

1 – ТСМ; 2 – СОТС поливом.

Условия шлифования: $P_H = 1,2$ МПа; круг 12A2-45°AC6-100/80 M1-01-4

Влияние характеристик алмазных кругов (зернистость и концентрация) на шероховатость поверхности представлено на рис. 3; 4.

Зависимость высоты микронеровностей от размера зёрен имеет такой же характер, как и при шлифовании обычными абразивными и алмазными кругами различных материалов [4, 5, 6]. Можно также отметить, что не только фактор собственно размера зёрен оказывает влияние на характер риск-царапин или высоты выступания их над уровнем связки, но и весьма существенное уменьшение их количества на режущей поверхности круга. Это обстоятельство, особенно при упругой схеме шлифования, вызывает

увеличение нагрузок на зёрна и рост сечений единичных срезов и вызывает увеличение высоты микронеровностей и расстояний между ними, т.е. ухудшение качества поверхности.

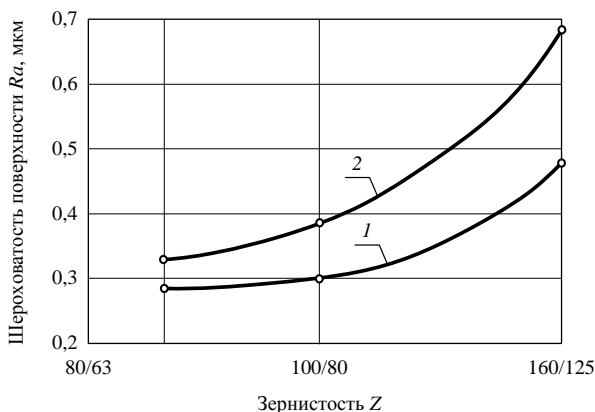


Рисунок 3 – Влияние зернистости на шероховатость поверхности:

1 – TCM; 2 – СОТС поливом.

Условия шлифования: $P_H = 1,2$ МПа; $V = 25$ м/с; $\kappa = 4$;
круг 12A2-45°AC6-100/80 M1-01-4

Следует заметить, что взаимовлияние концентрации алмазов в круге и зернистости имеет своеобразный характер воздействия на обрабатываемую поверхность твёрдого сплава. Вид зависимости на рис. 4 прежде всего свидетельствует о том, что повышение концентрации алмазов способствует улучшению качества обработки; объяснить это можно уменьшением разновысотности алмазных зёрен в кругах высоких концентраций и, следовательно, снижением толщины среза каждым зерном.

Если же говорить о взаимовлиянии концентрации и зернистости, то можно обнаружить следующее. Увеличение зернистости от 80/63 до 100/80 уменьшает количество зёрен на поверхности алмазного круга в 1,54 раза, а до зернистости 160/125 – в 3,62 раза [7], а увеличение концентрации от 2 до 6 естественно и соответственно увеличивает количество зёрен в 3 раза. Поэтому, если обработка твёрдых сплавов производится в процессе алмазно-искрового шлифования, обеспечивающего активное самозатачивание режущего рельефа алмазных кругов, то фактор повышения концентрации в значительной степени нивелирует ухудшение качества обработки при увеличении зернистости. С увеличением концентрации для различных зернистостей уменьшается поперечное сечение единичных срезов, что вызывает сглаживание микровыступов и выравнивание глубоких остаточных рисков на шлифуемой поверхности.

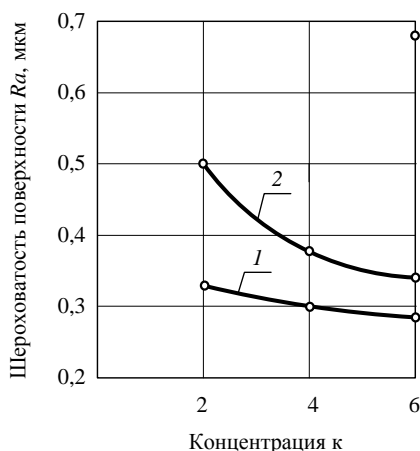


Рисунок 4 – Влияние концентрации на шероховатость поверхности:

1 – ТСМ; 2 – COTS поливом.

Условия шлифования: $P_n = 1,2$ МПа; $V = 25$ м/с;

круг 12A2-45°AC6-100/80 M1-01-4

Кроме того, следует иметь ввиду, что на зёрнах более крупных размеров с увеличением их количества (концентрации) при микровыкрашивании будут образовываться развитые микрокромки в большом количестве, что также отразится на качестве обработки.

Главным итогом проведенных сравнительных исследований шероховатости поверхности для различных условий шлифования с применением COTS поливом и технологии минимальной смазки с твёрдым смазочным материалом является улучшение качества обработанной поверхности твёрдого сплава при шлифовании по новой технологии.

Следует отметить, что кроме смазывающего действия среды ТСМ, постоянный приток и присутствие групп легкоподвижных атомов из карбоксильной составляющей и углеводородных радикалов поверхностно-активных компонентов состава смазки вызывает деструктивное воздействие этой среды на материал, снижая в определенной степени работу диспергирования, способствуя улучшению качества.

Специфическое воздействие смазочной среды на адсорбируемые поверхности обрабатываемых материалов особенно заметно проявляется при шлифовании композиции «твёрдый сплав – сталь».

Список использованных источников: 1. Якубов Ч. Ф. Упрочняющее действие СОТС при обработке металлов резанием / Ч. Ф. Якубов. – Симферополь: ОАО Симферопольская городская типография (СГТ), 2008. – 156 с. 2. Агу Коллинз, Узунян М.Д. Исследование и анализ остаточных напряжений при алмазно-искровом шлифовании твердых сплавов с применением технологии минимальной смазки // Резание и инструмент в технологических системах: Междунар. науч.-техн. сб. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2014. – Вып. 84. – С. 11-17. http://nbuv.gov.ua/j-pdf/rits_2014_84_4.pdf 3. Пат 58078 Україна, МПК (2011.01) В24В 1/10. Твердий змашувальний матеріал для комбінованої обробки матеріалів струмопровідним абразивним інструментом / Узунян М.Д., Піжов І.М., Агу Коллінз Агу; власник Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут». – № 101011928; заявл. 08.10.2010; опубл. 25.03.2011. Бюл. №6. 4. Филимонов Л. Н. Высокоскоростное шлифование / Л. Н. Филимонов. – Л. – Машиностроение, 1979. – 242 с. 5. Терещенко Л.М. Микрогеометрия поверхности безвольфрамовых твердых сплавов после электролитического алмазного шлифования / Л. М. Терещенко, Н. С. Тарахов // Процессы и оборудование абразивно-алмазной обработки. – 1979. – Вып. 3. – С. 10–17. 6. Маслов Е.Н. Абразивная обработка металлов / Е.Н. Маслов, С. А. Попов // Развитие науки о резании металлов. – 1967. – С. 335-379. 7. Узунян М. Д. Алмазно-искровое шлифование твердых сплавов / М. Д. Узунян. – Х. : НТУ «ХПИ», 2003. – 359 с.

Bibliography (transliterated): 1. Jakubov Ch. F. Uprochnjajushhee dejstvie SOTS pri obrabotke metallov rezaniem / Ch. F. Jakubov. – Simferopol': OAO Simferopol'skaja gorodskaja tipografija (SGT), 2008. – 156 s. 2. Agu Kollinz, Uzunjan M.D. Issledovanie i analiz ostatocnyh naprjazhenij prialmazno-iskrovom shlifovanii tverdyh splavov s primeneniem tehnologii minimal'noj smazki // Rezanie i instrument v tehnologicheskijh sistemah: Mezhdunar. nauch.-tehn. sb. – Har'kov: NTU «HPI», 2014. – Vyp. 84. – S. 11-17. http://nbuv.gov.ua/j-pdf/rits_2014_84_4.pdf 3. Pat 58078 Ukraïna, MPK (2011.01) V24V 1/10. Tverdij z mashhuval'nij material dlja kombinovanoï obrobki materialiv strumoprovodnim abrazivnim instrumentom / Uzunjan M.D., Pizhov I.M., Agu Kollinz Agu; vlasnik Nacional'nij tehničnij universitet «Harkiv'skij politehničnij institut». – № 101011928; zajavl. 08.10.2010; opubl. 25.03.2011. Bjul. №6. 4. Filimonov L. N. Vysokoskorostnoe shlifovanie / L. N. Filimonov. – L. : Mashinostroenie, 1979. – 242 s. 5. Tereshhenko L.M. Mikrogeometrija poverhnosti bezvol'framovyh tverdyh splavov posle jelektroliticheskogo almaznogo shlifovanija / L. M. Tereshhenko, N. S. Tarahnov // Processy i oborudovanie abrazivno-almaznoj obrabotki. – 1979. – Vyp. 3. – S. 10–17. 6. Maslov E.N. Abrazivnaja obrabotka metallov / E.N. Maslov, S. A. Popov // Razvitie nauki o rezanii metallov. – 1967. – S. 335–379. 7. Uzunjan M. D. Almazno-iskrovoe shlifovanie tverdyh splavov / M. D. Uzunjan. – H. : NTU «HPI», 2003. – 359 s.